

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. April 2004 (08.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/029572 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: G01L 21/34,
H01J 41/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003107

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. September 2003 (17.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 43 634.7 19. September 2002 (19.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT
MAGDEBURG [DE/DE]; Universitätsplatz 2, 39106
Magdeburg (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): EDELMANN, Chris-
tian [DE/DE]; Weisbachstr. 2, 09599 Freiberg (DE), WIL-
FERT, Stefan [DE/DE]; Hermann-Hesse-Str. 15, 39118
Magdeburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AU, CA, CN, CZ, HU,
IL, IN, JP, KR, MX, NO, PL, RO, RU, SK, UA, US, ZA.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

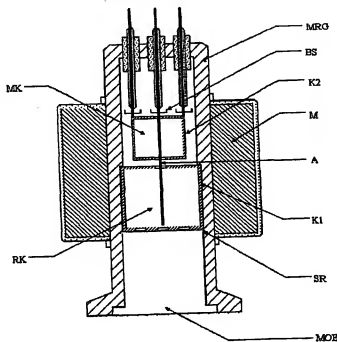
— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COLD-CATHODE IONISATION MANOMETER HAVING A LONGER SERVICE LIFE DUE TO TWO SEPARATE
CATHODES

(54) Bezeichnung: KALTKATODEN-IONISATIONS-MANOMETER MIT HOHER STANDZEIT DURCH ZWEI GETRENNTE



(57) Abstract: The invention relates to a cold-cathode ionisation manometer for measuring pressure in a vacuum, said manometer operating according to the inverse magnetron principle and being used to measure pressures in fine vacuums, high vacuums, and ultrahigh vacuums (preferably between 10 Pa and 1 Pa). The aim of the invention is to reduce the contamination tendency and thus to extend the service life of said measuring tubes. To this end, a measuring tube comprising two separately controlled cathodes (K1, K2) and a common anode (A), enabling two independent discharges to be ignited inside the same, is used. While a discharge (K1) which is directly localised at the inlet of the measuring tube takes on the function of a gas purification device in which plasma-chemical dissociation reactions enable vapours contaminated by hydrocarbons or other substances entering into the measuring tube to be cracked or polymerised, a second discharge chamber (K2) inserted into the measuring tube housing (MRG) and protected by a gas discharge path (K1) operates as an intrinsic measuring chamber. Only the discharge current flowing out of said discharge area (K2) is evaluated and is used to measure the pressure. Said special double-chamber measuring tube geometry enables the plasma to burn in the integral measuring chamber (K2) under optimum conditions of clean-

liness, thus enabling the service life of the measuring tube to be extended.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Kaltkathoden-Ionisationsmanometer zur Druckmessung im Vakuum, das nach dem inversen Magnetron-Prinzip arbeitet und zur Erfassung von Drücken im Fein-, Hoch- und Ultrahochvakuumbereich (vorzugsweise zwischen 10 Pa und 1 Pa) eingesetzt wird. Die Kontaminationsneigung soll verringert und dadurch die Standzeit dieser Messröhren verlängert werden. Dies wird durch eine Messröhre erreicht, die mit zwei separat angesteuerten Kathoden (K1, K2) und einer gemeinsamen Anode (A) ausgestattet ist und wodurch in deren Inneren zwei voneinander unabhängige Entladungen gezündet werden können. Während eine direkt am Messröhreneingang lokalisierte Entladung (K1) die Funktion einer Gasreinigungsvorrichtung übernimmt, in der über plasma-chemische Dissoziationsreaktionen in die Messröhre eintretende Kohlenwasserstoff- oder andere kontaminierende Dämpfe gekrackt bzw. polymerisiert werden, fungiert eine zweite (K2) im Messröhrengehäuse (MRG) untergebrachte und durch diese Gasentladungsstrecke (K1) abgeschirmte Entladungskammer als eigentliche Messkammer. Nur der aus dieser Entladungszone (K2) abfließende Entladungsstrom wird ausgewertet und zur Druckmessung herangezogen. Durch diese spezielle Doppelkammer-Messröhrengometrie wird erreicht, dass das Plasma in der eigentlichen Messkammer (K2) unter weitestgehend sauberen Bedingungen brennt, weshalb die eine höhere Standzeiten der Messröhre erzielt wird.

KALTKATODEN-IONISATIONSMANOMETER MIT HOHER STANDZEIT DURCH ZWEI GETRENNTE KATODEN

Die Erfindung betrifft ein Kaltkathoden-Ionisationsmanometer zur Druckmessung im Vakuum, das nach dem inversen Magnetron-Prinzip arbeitet und zur Erfassung von Drücken im Fein-, Hoch- und Ultrahochvakuumbereich (vorzugsweise zwischen 10^{-7} Pa und 1 Pa) eingesetzt wird. Bei diesem Ionisationsmanometertyp wird mittels einer Hochspannung zwischen zwei geeignet im Messröhrengehäuse angeordneten ungeheizten Elektroden – der Anode und der Katode – eine selbstständige kalte Gasentladung gezündet, die durch ein zusätzliches Magnetfeld hinreichend hoher Feldstärke bis zu kleinsten Drücken hin aufrechterhalten wird. Der dabei fließende Entladungsstrom ist über einen sehr weiten Vakuumbereich druckabhängig und dient (gewöhnlich) als Maß für den Druck. Bekannte und heutzutage kommerziell genutzte Kaltkathoden-Ionisationsmanometer-Konstruktionen sind die von Penning vorgeschlagenen Elektrodenkonfigurationen und die von Redhead entwickelte Magnetron- und Inverse Magnetron-Röhrenstruktur. Diese Manometertypen werden im Buch von Chr. Edelmann „*Vakuumphysik*“, Spektrum Akad. Verl. Berlin, (1998) ausführlich beschrieben.

Kaltkathoden-Ionisationsmanometer zeichnen sich neben ihrem weiten Messbereich nicht nur durch ihren relativ einfachen Aufbau aus, sie sind zudem sehr robust, unempfindlich gegen Luftfeinbrüche und Erschütterungen und relativ kostengünstig. Neben den zahlreichen Vorteilen, die der Gebrauch dieser Manometer auch mit sich bringt, weisen diese Messgeräte dennoch einen entscheidenden Nachteil auf, der ihre Einsatzfähigkeit zumindest zeitlich erheblich einschränkt. Mit zunehmender Betriebszeit nimmt ihre Messgenauigkeit infolge von Kontaminationserscheinungen ihrer Messzellen stetig ab. Diese Kontaminationserscheinungen werden durch die in den Kaltkathoden-Ionisationsmanometern ablaufenden Gasentladungen selbst verursacht. Da mit zunehmendem Druck die Ladungsträgerkonzentration in den Messzellen größer wird und somit auch immer größere Entladungsströme erzeugt werden, werden im Hoch- und insbesondere im Feinvakuumbereich immer mehr Ionen durch die hohen elektrischen Felder in Richtung Katode stark beschleunigt, so dass sie beim Aufprall auf deren Oberfläche Kathodenmaterial zerstäuben. Dieses abgesputterte Kathodenmaterial schlägt sich auf Wandungen und auf elektrischen Isolierstrecken in der Messröhre nieder und kann dort leitfähige Schichten bilden. Bei anliegender Betriebsspannung kann dies zu druckunabhängigen Kriechströmen führen, die sich dem eigentlichen Entladungsstrom überlagern und somit den unteren Messbereich

- 2 -

des Manometers erheblich einschränken. Infolge der beschriebenen Katodenzerstäubung ist die Lebensdauer der Katode begrenzt. Da als Katodenmaterial meist Edelstahl verwendet wird, können darüber hinaus sich lösende Teile der entstandenen Kontaminationsschichten im Magnetfeld ausrichten und Kurzschlüsse verursachen. Hinzu kommt, dass im Druckbereich oberhalb von 10^{-2} Pa in den Gasentladungsstrecken der Messröhren kohlenwasserstoffhaltige Dämpfe (Öldämpfe, etc.) durch Wechselwirkung mit den hochenergetischen Ladungsträgern im Plasma gekrackt oder polymerisiert werden können. Die bei diesen plasma-chemischen Reaktionen gebildeten Krackprodukte (meist Kohlenstoffschichten) können sich ebenso auf Elektrodenoberflächen absetzen und dort wieder Oberflächenschichten bilden, die deren Sekundärelektronenausbeute nachteilig beeinflussen und zu Kennlinienverschiebungen oder zu einer instabilen Druckanzeige führen können. Im ungünstigsten Fall ist sogar das Verlöschen der Entladung und damit der Ausfall der Messröhre möglich.

Da die Einsatzdauer dieser Messgeräte durch die oben beschriebenen Störeffekte beschränkt ist, sind heutzutage alle üblichen kommerziellen Kaltkathoden-Ionisationsmanometer so aufgebaut, dass sie relativ einfach demontiert werden können, um die verschmutzten bzw. kontaminierten Elektroden reinigen oder durch neue ersetzen zu können. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass durch die Beseitigung von Kontaminationsschichten in der Messröhre der anfängliche Betriebszustand und somit die Leistungsfähigkeit der Messröhre selbst nach längerem Gebrauch vollständig wiederhergestellt werden kann. Um jedoch die volle Leistungsfähigkeit dieser Vakuummeter dauerhaft garantieren zu können, ist daher eine regelmäßige Kalibrierung der Messröhren bzw. deren Reinigung erforderlich, was stets mit einem erhöhten Wartungs- und Kostenaufwand verbunden ist.

Obwohl der Kontaminationseffekt dieser Messröhren und deren Folgen schon seit ihrer Etablierung in der Vakuummesstechnik bekannt ist, gibt bzw. gab es zu dieser Problematik nur wenig bzw. kaum erfolgsversprechende Ansätze zu dessen Reduzierung. So ist aus der Patentschrift DE 197 17 263 ein Penning-Manometer bekannt, dessen Katode zumindest überwiegend aus Titan besteht. Infolge der geringen Sputterausbeute von Titan dürfte die Zerstäubung des Katodenwerkstoffes stark verlangsamt ablaufen, wodurch die Standzeit der Katode wesentlich verlängert werden sollte. Kritisch muss jedoch dabei betrachtet werden, dass gerade Titan z. B. als Katodenwerkstoff in (Ti-)Zerstäuberpumpen aufgrund seiner Eigenschaft, aktive Gase gut chemisorbieren zu können, eingesetzt wird und somit erwartet werden muss, dass die mit Ti-Kathoden ausgestattete Penning-Röhre eine weitaus höhere

- 3 -

Pumpwirkung aufweist als Kaltkatoden-Messröhren mit üblichen Katodenmaterial. Dementsprechend ist mit einem größeren Fehler in der Druckanzeige zu rechnen.

Eine frühere Patentschrift GB 555 134 basiert auf den Grundgedanken, die Betriebsspannung der Messröhre mithilfe einer elektronischen Regelschaltung automatisch zu reduzieren, wenn der Entladungsstrom bei einem bestimmten Druck im oberen Vakuumbereich einen vorgegebenen Grenzwert erreicht hat. Wird der Druck weiter erhöht, so wird die Anodenspannung elektronisch derart abgesenkt, dass der Entladungsstrom konstant bleibt, und die nachgeregelte Anodenspannung nun als Maß für den Druck dient. Diese Methode wurde ursprünglich als Methode zur Messbereichserweiterung von Kaltkatoden-Ionisationsmanometern zu höheren Drücken hin vorgeschlagen. Sie dürfte jedoch ebenso zur Reduzierung des Kontaminationseffektes im oberen Druckbereich beitragen, da Infolge der Absenkung der Betriebsspannung auch die elektrischen Feldstärken reduziert werden, weshalb die Ionen mit vermindelter Energie auf die Katodenoberfläche auftreffen. Außerdem werden durch das Absenken der Betriebsspannung die Entladungsströme kleiner. Durch beide Effekte, Absenken der Entladungsspannung und Reduzierung des Entladungsstromes, wird die Kontaminationsrate verringert. Eine ähnliche, aber wesentlich einfachere Methode basiert auf Untersuchungen von Conn und Daglish („The influence of the ballast resistance on the performance of Penning vacuum gauges“ (J. Sci. Instr. 31 (1954); 433 – 434), die zur Begrenzung des Entladungsstroms bei hohen Drücken einen hochohmigen Widerstand zwischen der Anode der Messröhre und dem Hochspannungsgerät einfügten. Durch diesen so genannten Ballastwiderstand sinkt mit wachsendem Druck (und damit mit wachsendem Entladungsstrom) die an der Anode liegende Betriebsspannung, so dass der Entladungsstrom bei hinreichend hohen Drücken begrenzt wird.

Einer anderen Patentschrift US 4 000 457 zufolge kann eine rasche Röhrenverschmutzung vermieden werden, wenn die Messröhre im oberen Vakuumbereich mit einer in Abhängigkeit vom Druck gepulsten Gleichspannung angesteuert wird. Während im Ultrahoch- und Hochvakuumbereich die Kaltkatoden-Messröhre wie üblich mit einer Gleichspannung betrieben wird, wird in Abhängigkeit vom mit zunehmendem Druck größer werdenden Entladungsstrom die Betriebsspannung mit einer sinusförmigen Wechsellspannung überlagert. Dabei wird im oberen Druckbereich die Gleichspannungskomponente so weit abgesenkt, dass die Entladung bei hohen Drücken nur noch sinusförmig gepulst wird. Infolge dieser gepulsten Messröhrenansteuerung wird die Kontaminationsanfälligkeit von Kaltkatoden-Messröhren retardierend beeinflusst, weshalb deutlich längere Standzeiten derselben zu erwarten sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mittels einer verbesserten Kaltkatoden-Messröhrenkonfiguration und durch einen geeigneten Messbetrieb die Kontaminationsrate von Kaltkatoden-Ionisationsmanometern von vornherein geringzuhalten, um dadurch wesentlich längere Standzeiten dieser Messröhren gewährleisten zu können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Das erfindungsgemäße Kaltkatoden-Ionisationsmanometer ähnelt in seiner Grundstruktur einem klassischem inversen Magnetron, welches jedoch im Gegensatz zu den bisher üblichen mit zwei in Reihe hintereinander angeordneten und elektrisch getrennten, trommel- oder dosenähnlich ausgebildeten Katoden ausgestattet ist. Die stabförmige Anode ist in der Symmetrieachse der beiden Katoden angeordnet und verläuft durch Öffnungen in den Stirnflächen der Katoden. Durch eine separate Spannungszuführung zu den beiden Katoden wird erreicht, dass zwischen den Katoden und ihrer gemeinsamen Anode zwei voneinander unabhängige Gasentladungen gezündet werden: eine am Messröhreneingang brennende und eine durch diese Entladung abgeschirmte zweite „innere“ Entladung. Mindestens eine Öffnung in mindestens einer der einander zugewandten Stirnflächen der beiden Katoden ist so dimensioniert, dass sie einen Strömungswiderstand für kontaminierende Gase bildet.

Derartige Doppelplasma-Anordnungen in Kaltkatoden-Ionisationsmanometern sind zwar bereits aus verschiedenen früheren Patentschriften (z. B. DE 1 648 689 oder US 5 568 053) bekannt, jedoch wurden bei diesen die Doppelentladungsstrecken stets nur in einer gemeinsamen Messkammer (durch separate Magnetfeldkonfigurationen) zum Zwecke der Vermeidung von durch Entladungsinstabilitäten verursachten Druckanzelgeschwankungen oder zur Erhöhung des Entladungsstroms genutzt.

In dem erfindungsgemäßen Kaltkatoden-Ionisationsmanometer haben die beiden separat angesteuerten Entladungskammern unterschiedliche Funktionen: Die Entladung, die im Bereich der der Messöffnung benachbarten ersten Katode brennt, besitzt die Funktion einer Gasreinigungsvorrichtung, in der über plasma-chemische Dissoziationsreaktionen eintretende Kohlenwasserstoff- oder andere kontaminierende Dämpfe gekrackt bzw. polymerisiert werden (dieses Entladungsgebiet wirkt als so genanntes Ionenbaffle).

- 5 -

Die Entladungskammer im Bereich der zweiten Katode, die hinter der der Messöffnung benachbarten ersten Katode angeordnet ist, fungiert als eigentliche Messkammer. Nur der aus dieser zweiten Entladungszone abfließende Entladungsstrom wird ausgewertet und zur Druckmessung herangezogen. Diese spezielle Doppelplasma-Konfiguration hat folgenden erfindungswesentlichen Vorteil: Das Plasma, das im Bereich der ersten Katode und damit näher zu der sich an die Messöffnung anschließenden Vakuumkammer brennt, schützt das innere Plasma, das im Bereich der zweiten Katode brennt und die eigentliche Messstelle darstellt, weitestgehend vor störenden Kontaminationen durch kondensierbare Dämpfe. Dies verhindert insbesondere Ablagerungen von unerwünschten Kohlenstoffschichten im zur eigentlichen Messung benutzten Entladungsraum, wodurch nicht nur eine Kennlinienverschiebung infolge verschmutzter Elektroden vermieden, sondern auch eine deutliche Reduzierung der Kontaminationsrate und somit eine wesentlich längere Lebensdauer der Messröhre erzielt wird. Dieser vorteilhafte Effekt wird unterstützt, indem die mindestens eine Öffnung in mindestens einer der einander zugewandten Stimflächen der Katoden so dimensioniert ist, dass sie einen vorgebbaren Strömungswiderstand für kontaminierende Gase bildet.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich unmittelbar aus den Unteransprüchen.

Um die Effizienz der Katodenzerstäubung als weitere Hauptursache der Kontamination der Messröhre zu reduzieren, ist in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung die Anodenspannung bei Drücken von mehr als ca. 10^{-2} Pa eine sinus- oder rechteckförmige Wechselspannung, deren Frequenz entsprechend den geometrischen Parametern der Messröhre und den Betriebsparametern optimiert wird. Während die die Messröhre im gesamten unteren Vakuumbereich ($< 10^{-2}$ Pa) mit einer konstanten positiven Anodenspannung U_A betrieben wird, wird sie vorteilhafterweise bei Drücken oberhalb von etwa 10^{-2} Pa mit einer sinus- oder rechteckförmigen Wechselspannung U_A konstanter Frequenz und konstanter Amplitude betrieben. Dadurch wird erreicht, dass nur noch in der ersten Halbperiode, in der die Anode also positiv gegenüber den Katoden ist, die Ionen auf die Katoden treffen, während in der zweiten Halbperiode, wenn die Anode negativ bezüglich der Katoden ist, die Ionen in Richtung Anode beschleunigt werden und sie dadurch effektiv reinigen können. Neben dem dadurch erzielten „Selbstreinigungseffekt“ wird außerdem auch die Effizienz der gerade bei höheren Vakuumdrücken maßgeblich am Kontaminationsprozess der Messröhre beteiligten Katodenzerstäubung drastisch reduziert.

- 6 -

Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung der elektrischen Verschaltung bzw. Ansteuerung der Messröhre.

Das Messröhrengehäuse MRG besteht aus einem Rohrflansch, welcher auf der der Messöffnung MOE (mit Verbindungsflansch zur Messstelle) gegenüberliegenden Öffnung verschlossen ist. Die geschlossene Seite des Rohrflansches enthält drei vakuumdichte, elektrisch sehr gut isolierte, mit einem Bedampfungsschutz BS versehene Durchführungen, eine konzentrische für die stabförmige Anode A und zwei exzentrische für die zweite Katode K2, deren für Entladungsstrom für Messzwecke benutzt wird. Anstelle einer der beiden Messdurchführungen für die zweite Katode K2 kann auch eine vom Gehäuse gut isolierte Stütze zur stabilen Halterung der Katode K2 angebracht werden. Die beiden Katoden K1 und K2 haben eine trommel- oder dosenähnliche Form, wobei ihre als Endkappen ausgebildete Stirnflächen im wesentlichen geschlossen sind. Die zweite Katode K2 sitzt in dem abgeschlossenen Teil des Messröhrengehäuses MRG und wird mittels geeigneter Klemmverbindungen, die wiederum von den Durchföhrungselektroden gehalten werden, in ihrer Lage fixiert. Die beiden Stirnflächen der zweiten Katode K2 weisen jeweils eine Öffnung in Form einer konzentrischen Bohrung für den Durchtritt der stabförmigen Anode A auf.

Die näher zur Messöffnung MOE gelegene erste Katode K1 ist ebenfalls durch mit Bohrungen versehenen Endkappen verschlossen. Im Unterschied zur zweiten Katode K2 weist die erste Katode K1 jedoch nur in einer Stirnfläche eine Bohrung für den Anodendurchtritt auf, während die andere Stirnfläche mit mehreren Löchern versehen ist, um einen ungehinderten Gaseintritt in die Messröhre gewährleisten zu können. Die erste Katode K1 sitzt fest im zum Flansch zugewandten Teil des Messröhrengehäuses MRG und wird mit einem Sprengring SR gehalten. Auf dem Außendurchmesser des Messröhrengehäuses sitzen ein oder mehrere ringförmige Hochleistungs-Permanentmagnete, dessen bzw. deren Feld die beiden Entladungskammern RK und MK axial durchsetzen.

Das Prinzip der elektrischen Verschaltung bzw. die Ansteuerung der Messröhre wird anhand der Fig. 2 verdeutlicht: Die stabförmige Anode A der Messröhre MR erhält über einen elektronisch gesteuerten Umschalter S und einen Vorwiderstand R_V , der den

- 7 -

Entladungsstrom I_{k2} begrenzen und die Entladungsstrom-Druck-Kennlinie im oberen Vakuumbereich stabilisierend beeinflussen soll, entweder die Hochspannung U_A von einem Gleichspannungs- oder von einem Wechselspannungsnetzgerät.

Je nach Druckverhältnissen wird entweder die Messröhre mit einer Gleichspannung oder einer rechteckförmigen Wechselspannung geeigneter Frequenz betrieben. Im Bereich kleiner Drücke ist die Betriebsspannung eine konstante Gleichspannung, im Bereich höherer Vakuumdrücke wird die Entladung mit einer Wechselspannung aufrechterhalten. Die Umschaltung von der einen in die andere Betriebsart erfolgt elektronisch, z. B. auf Grundlage der Auswertung der abfließenden Entladungsströme mittels einer Steuereinheit SE.

Um Kriechströme zwischen den beiden Katoden K1 und K2 gänzlich zu vermeiden, werden beide Katoden auf Erdpotenzial gehalten. Während die an der Messöffnung befindliche erste Katode K1 jedoch über das Messröhrengehäuse MRG direkt geerdet ist, wird die zweite Katode K2, welche die eigentliche Messkammer umgibt, über ein empfindliches Strommessgerät, welches den druckabhängigen Entladungsstrom I_{k2} anzeigt, geerdet. Der im unteren Vakuumbereich gemessene Gleich- bzw. der bei höheren Drücken registrierte Wechselstrom dient als Maß für den Druck und wird zur Anzeige gebracht.

Patentansprüche

1. Kaltkatoden-Ionisationsmanometer zur Druckmessung im Vakuum, das nach dem inversen Magnetron-Prinzip arbeitet und folgende Merkmale aufweist:
 - ein Messröhrengehäuse (MRG) ist - mit Ausnahme einer Messöffnung (MOE) für die Einleitung von Messgas - vakuumdicht verschlossen und weist in seinem Innenraum mindestens eine erste Katode (K1) und eine zweite Katode (K2) sowie eine gemeinsame stabförmige Anode (A) auf, die an eine Anodenspannungsquelle anschließbar ist,
 - die Katoden (K1; K2) sind voneinander unabhängig sowie elektrisch getrennt, besitzen eine trommel- oder dosenähnliche Gestalt und sind koaxial zur Anode (A) angeordnet, die durch Öffnungen in den Stirnflächen der Katoden (K1; K2) verläuft, wobei die zweite Katode (K2) hinter der der Messöffnung (MOE) benachbarten ersten Katode (K1) positioniert ist und zwischen den Katoden (K1; K2) und der Anode (A) jeweils getrennte Gasentladungen brennen,
 - die mindestens eine Öffnung in mindestens einer der einander zugewandten Stirnflächen der Katoden (K1; K2) ist so dimensioniert, dass sie einen vorgebbaren Strömungswiderstand für kontaminierende Gase bildet,
 - ausschließlich die zweite Katode (K2) steht in Wirkverbindung mit Mess- und Auswerteeinheiten, die den Gasdruck aus der Größe des Entladungsstroms (I_{K2}) bestimmen, der von der zwischen der zweiten Katode (K2) und der Anode (A) brennenden Gasentladung erzeugt wird, während die Entladungstrecke zwischen der ersten Katode (K1) und der Anode (A) als Gasreinigungsvorrichtung ausgebildet ist.
2. Kaltkatoden-Ionisationsmanometer zur Druckmessung im Vakuum nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die erste Katode (K1) leicht auszuwechselbar im Messröhrengehäuse (MRG) angeordnet ist.
3. Kaltkatoden-Ionisationsmanometer zur Druckmessung im Vakuum nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Katode (K2) zur Weiterleitung des Messstromes mindestens eine vakuumdichte, hochisolierte Durchführung durch das Messröhrengehäuse (MRG) besitzt, wobei diese Durchführung einen Bedampfungsschutz (BS) aufweist.

4. Kaltkatoden-Ionisationsmanometer zur Druckmessung im Vakuum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beide Katoden (K1; K2) mittels Klemmverbindungen leicht auszuwechselbar im Messröhrengehäuse (MRG) angeordnet sind.
5. Kaltkatoden-Ionisationsmanometer zur Druckmessung im Vakuum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anode (A) vakuumseitig mittels einer Schraubverbindung gehalten ist.
6. Kaltkatoden-Ionisationsmanometer zur Druckmessung im Vakuum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anodenspannung bei Drücken von mehr als ca. 10^{-2} Pa eine sinus- oder rechteckförmige Wechselspannung ist, deren Frequenz entsprechend den geometrischen Parametern der Messröhre und den Betriebsparametern optimiert wird.

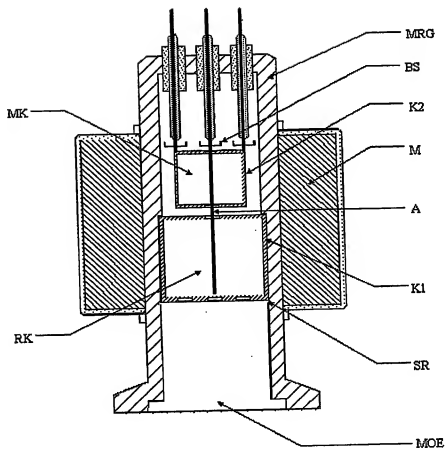


Fig. 1

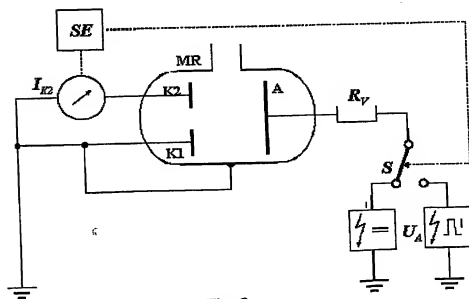


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No
PCT/DE 03/03107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01L21/34 H01J41/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01L H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 047 102 A (VARIAN) 6 September 1977 (1977-09-06) column 3, line 67 - column 4, line 9; figure 1	1
A	GB 1 535 314 A (BOC) 13 December 1978 (1978-12-13) page 2, line 98 - line 107; figure 1	1
A	US 3 382 389 A (BENDIX) 7 May 1968 (1968-05-07) column 2, line 26 - line 32; figure 1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 February 2004

Date of mailing of the international search report

20/02/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mielke, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International

Application No

PCT/DE 03/03107

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4047102	A	06-09-1977	DE 2547788 A1	12-08-1976
			FR 2289911 A1	28-05-1976
			GB 1498715 A	25-01-1978
			JP 51067186 A	10-06-1976
GB 1535314	A	13-12-1978	AU 506039 B2	13-12-1979
			AU 1088876 A	11-08-1977
US 3382389	A	07-05-1968	CH 431131 A	28-02-1967
			DE 1648352 A1	25-03-1971
			FR 1509847 A	12-01-1968
			GB 1131576 A	23-10-1968
			NL 6604138 A	03-08-1967

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internatio Aktenzeichen
PCT/DE 03/03107

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01L21/34 H01J41/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikations symbole)
IPK 7 G01L H01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 047 102 A (VARIAN) 6. September 1977 (1977-09-06) Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 9; Abbildung 1	1
A	GB 1 535 314 A (BOC) 13. Dezember 1978 (1978-12-13) Seite 2, Zeile 98 - Zeile 107; Abbildung 1	1
A	US 3 382 389 A (BENDIX) 7. Mai 1968 (1968-05-07) Spalte 2, Zeile 26 - Zeile 32; Abbildung 1	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonderes Bedeutsam angesehen ist

"L" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

3. Februar 2004

20/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mielke, W

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

International Menzelzeichen
PCT/DE 03/03107

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4047102 A	06-09-1977	DE 2547788 A1	12-08-1976
		FR 2289911 A1	28-05-1976
		GB 1498715 A	25-01-1978
		JP 51067186 A	10-06-1976
GB 1535314 A	13-12-1978	AU 506039 B2	13-12-1979
		AU 1088876 A	11-08-1977
US 3382389 A	07-05-1968	CH 431131 A	28-02-1967
		DE 1648352 A1	25-03-1971
		FR 1509847 A	12-01-1968
		GB 1131576 A	23-10-1968
		NL 6604138 A	03-08-1967